

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 juin 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/054151 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H04J 14/02, H04L 7/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/050094

(22) Date de dépôt international :
15 octobre 2003 (15.10.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
60/430,068 2 décembre 2002 (02.12.2002) US
60/430,066 2 décembre 2002 (02.12.2002) US

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
EKINOPS [FR/FR]; 11 rue Louis de Broglie, F-22300
Lannion (FR).

(72) Inventeurs; et

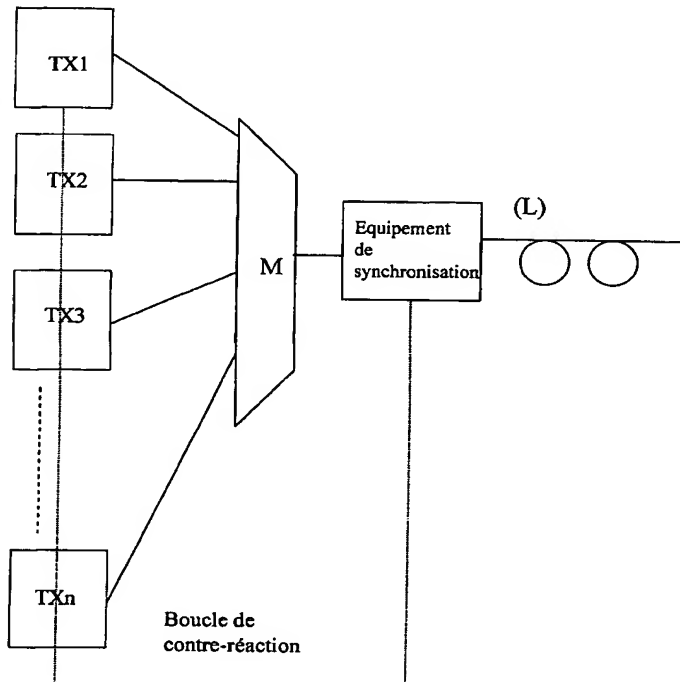
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : PAMART,
Jean-Luc [FR/FR]; 23bis Crech Lagadurien, F-22560
Pleumeur-Bodou (FR). OLLIVIER, François-Xavier
[FR/FR]; Chemin du Beg Hent, F-22300 Lannion (FR).
ROBILLART, Jérôme [FR/FR]; Chemin de Roz Ar Vilin,
F-22560 Trebeurden (FR).

(74) Mandataire : BREESE, Pierre; Breese-Majerowicz, 3
avenue de l'Opéra, F-75001 Paris (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: LONG-DISTANCE SYNCHRONOUS TRANSMISSION METHOD USING OPTICAL FIBRE

(54) Titre : PROCEDE DE TRANSMISSION SYNCHROME LONGUE DISTANCE PAR FIBRE OPTIQUE



EQUIPEMENT DE SYNCHRONISATION: SYNCHRONISATION
EQUIPMENT
BOUCLE DE CONTRE-RÉACTION: NEGATIVE FEEDBACK LOOP

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the transmission of data over an optical fibre comprising: (i) a step involving the wavelength multiplexing of signals originating from a plurality of monochrome transmitters, each presenting a specific wavelength; and a step involving the modulation, by the information to be transmitted, of a channel carrier. The invention is characterised in that the synchronisation of each of the aforementioned transmitters is controlled by a common clock. The invention also relates to a negative feedback circuit for a device used to transmit data over an optical fibre, which is characterised in that it generates a frequency marker in order to inject an interfering spectral signal from a transmitter. Said circuit comprises a means of detecting the output signal from a gate in order to act on a means that is used to phase lock the transmitter in order to obtain the desired spectral transformation for each marker.

(57) Abrégé : Procédé et équipement pour la transmission de données sur une fibre optique comportant une étape de multiplexage en longueur d'onde des signaux provenant d'une pluralité d'émetteurs monochromes présentant chacun une longueur d'onde propre et une étape de modulation par l'information à transmettre d'une porteuse réalisée par canal, caractérisé en ce que le cadencement de chacun desdits émetteurs est piloté par une horloge commune. Elle se rapporte en outre à un circuit de contre-réaction pour un équipement de transmission de données sur une fibre optique

caractérisé en

[Suite sur la page suivante]



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

PROCEDE DE TRANSMISSION MUTUALISEE LONGUE DISTANCE
PAR FIBRE OPTIQUE.

La présente invention se rapporte au domaine des transmissions de signaux sur une ligne entre un émetteur et un récepteur.

La présente invention se rapporte plus particulièrement à la transmission longue distance du signal sur une liaison comportant une succession de plusieurs tronçons de fibre optique d'environ 100 kilomètres.

La transmission de signaux par fibres optiques sur des longues distances se heurte aux problèmes de l'atténuation et de la dispersion chromatique. Ainsi, un signal très monochromatique en début de ligne sera dispersé et n'aura plus assez de niveau en bout de ligne, pour être correctement reconstitué. Il en résulte donc une perte d'information.

Les premières techniques utilisées afin de résoudre ce problème furent d'installer des stations de régénération du signal. Le signal est d'abord converti en un signal électronique, régénéré, et retransmis. Pour un seul canal d'émission et donc une seule longueur d'onde d'émission, ce système de régénération était très coûteux.

Une autre solution connue est celle de l'amplification optique. La dispersion chromatique de la longueur d'onde est compensée par une fibre de dispersion opposée, et l'atténuation est compensée par un amplificateur optique. Cette solution nécessite des émetteurs et des récepteurs de haute performance et reste coûteuse en mono-canal.

Par ailleurs, afin d'augmenter le nombre de signaux à transmettre sur la ligne, des solutions multi-canaux ont rapidement été nécessaires.. Une pluralité d'émetteurs utilise des longueurs d'onde distinctes. Les données sont
5 alors modulées aux signaux quasi-monochromatiques et la quantité d'information transmise est donc augmentée. Les signaux sont ensuite multiplexés avant transmission sur la ligne optique. L'amplification et la compensation optique sont alors réalisées simultanément sur le multiplex. Cette
10 méthode possède le désavantage d'utiliser des émetteurs très coûteux pour chaque canal.

Dans le domaine du multiplexage en longueur d'onde, ou WDM pour Wave-length Division Multiplexing, l'art antérieur connaît déjà par la demande de brevet EP 1 233 567 (ALCATEL)
15 un dispositif et un procédé pour régénérer les données dans une transmission optique. Le flux de données entrant est d'abord dé-multiplexé grâce à un dé-multiplexeur en longueur d'onde. Des retards sont ensuite introduits de façon spécifique pour chaque canal, c'est-à-dire pour chaque
20 longueur d'onde, les signaux retardés sont à nouveau multiplexés. Le dispositif comprend ensuite un modulateur modulé par une horloge haute fréquence, et un photo-détecteur pour une adaptation optique automatique des lignes de retard.

25 Ce procédé est une méthode de régénération de signal utilisant successivement un dé-multiplexage puis un multiplexage des signaux. Les retards introduits sont de type optique, grâce au photo-détecteur.

30 Il ne fournit pas de solution pour la transmission mutualisée des différents signaux issus d'une pluralité d'émetteurs.

La présente invention entend remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un procédé de mutualisation de la performance pour une transmission optique longue distance.

5

Pour ce faire, la présente invention est du type décrit ci-dessus et elle est remarquable, dans son acception la plus large, en ce que elle fournit un procédé pour la transmission de données sur une fibre optique comportant une
10 étape de multiplexage en longueur d'onde des signaux provenant d'une pluralité d'émetteurs monochromes présentant chacun une longueur d'onde propre et une étape de modulation par l'information à transmettre d'une porteuse réalisée par canal, caractérisé en ce que le cadencement de chacun
15 desdits émetteurs est piloté par une horloge commune.

De préférence, le procédé comporte en outre une étape de mise en forme commune et simultanée à toutes les porteuses.

20

Avantageusement, l'étape de mise en forme consiste à optimiser la forme du signal en fonction des caractéristiques de propagation des moyens de transport associés.

25

Avantageusement, l'étape de mise en forme consiste à optimiser les paramètres optiques du signal en fonction des caractéristiques de propagation des moyens de transport associés.

30

Avantageusement, l'étape de mise en forme comporte une opération de stabilisation des paramètres temporels du flux de données.

De préférence, le procédé comporte en outre une étape de synchronisation des trains émis par lesdits émetteurs monochromes.

5

Avantageusement, l'étape de mise en forme comporte une opération d'alignement de la phase des signaux générés par lesdits émetteurs.

10

Selon un mode de réalisation, l'opération d'alignement est asservie à des paramètres ambiants afin de compenser des variations temporelles de signaux.

15

Selon un autre mode de réalisation l'opération d'alignement est asservie à des paramètres ambiants afin de compenser les différences et les variations entre les voies optiques.

20

Avantageusement, chaque élément du multiplex est signé avant l'étape de multiplexage par un marqueur fréquentiel appliqué sur la phase.

25

De préférence, chaque élément du multiplex est signé par un marqueur fréquentiel appliqué sur l'amplitude.

Selon un premier mode de réalisation, ledit marqueur est constitué par un signal présentant un spectre prédéterminé.

30

Selon un autre mode de réalisation, ledit marqueur est constitué par un signal présentant un spectre dont les caractéristiques sont fonctions des perturbations subies par le signal sur la voie correspondante.

De préférence, les caractéristiques du marqueur sont déterminées pour perturber le signal marqué d'une manière telle que le marquage soit évanescent lors du passage dans la porte.

La présente invention se rapporte également à un équipement pour la transmission de données sur une fibre optique, comportant une pluralité d'émetteurs monochromes présentant chacun une longueur d'onde d'émission propre, et un multiplexeur caractérisé en ce qu'il comporte une horloge maître pilotant les horloges esclaves de chacun desdits émetteurs.

Avantageusement, l'équipement comporte en outre une porte optique recevant le multiplex de porteuses optiques, ainsi qu'un signal de découpe produit par ladite horloge maître.

De préférence, il comporte aussi des circuits de marquage fréquentiel de chaque élément du multiplex.

Selon un mode de réalisation, chacun desdits circuits de marquage fréquentiel applique le signal de marquage sur l'un des émetteurs.

Selon un second mode de réalisation, chacun desdits circuits de marquage fréquentiel applique le signal de marquage sur les moyens de synchronisation de chaque voie.

Avantageusement, la porte optique comporte des moyens de détection de chaque marqueur pour commander les

caractéristiques de mise en forme et d'ajustement de la phase de la voie correspondante.

De préférence, la porte optique comporte des moyens
5 d'analyse spectrale du marqueur pour l'ajustement de la phase de chaque voie.

La présente invention se rapporte également à un équipement pour la régénération de données sur une fibre
10 optique des moyens de conversion opto-électronique, un démultiplexeur, et une horloge reliée à au moins un desdits convertisseurs.

La présente invention se rapporte en outre à un
15 circuit de contre-réaction pour un équipement de transmission de données sur une fibre optique caractérisé en ce qu'il génère un marqueur fréquentiel pour injecter un signal spectral perturbateur d'un émetteur, et comporte un moyen de détection du signal de sortie d'une porte pour agir
20 sur un moyen d'asservissement de la phase de l'émetteur pour obtenir la transformation spectrale désirée de chaque marqueur.

On comprendra mieux l'invention à l'aide de la
25 description, faite ci-après à titre purement explicatif, d'un mode de réalisation de l'invention, en référence aux figures annexées :

La figure 1 représente un schéma de transmission sur
30 ligne optique par un peigne de longueur d'onde selon l'art antérieur ;

La figure 2 représente un schéma de transmission sur ligne optique par un peigne de longueur d'onde selon l'invention ;

5 La figure 3 représente le schéma synoptique d'un équipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon l'invention ;

La figure 4 représente le cas d'un site de
10 régénération selon l'invention.

La figure 5 représente la formation d'un signal de type RZ à partir du signal NRZ associé.

15 Selon l'art antérieur, illustré figure 1, les n transpondeurs TX émettent selon des longueurs d'onde distinctes. Les signaux sont multiplexés par le multiplexeur M puis transmis sur la ligne optique longue distance (L). Les n transpondeurs doivent être de haute performance pour
20 permettre la transmission.

Selon l'invention, illustré figure 2, l'équipement de synchronisation associé à la boucle de contre-réaction permet d'obtenir une mutualisation des performances des
25 transpondeurs. La qualité du signal est ainsi obtenue après passage par l'équipement de synchronisation selon l'invention, ce qui permet d'utiliser des transpondeurs de qualité moindre et donc de faible coût.

30 Selon l'invention, illustrée figure 3, l'équipement comporte les sous-ensembles fonctionnels suivants :

- Une partie d'émission comprenant une pluralité de transpondeurs (4) permettant la synchronisation des flux

entrants sur le rythme local issu du bloc de synchronisation
(2)

- Un multiplexeur (5) recevant en entrée les signaux
provenant de chacun des transpondeurs et délivrant un signal
5 multiplexé

- Une porte optique (1) assurant la mise en forme du
signal multiplexé

- Un circuit de synchronisation (2) pilotant
l'horloge de la porte optique ainsi que les horloges locales
10 (11) de chacun des transpondeurs

- Un circuit de traitement du signal (3) délivrant
des signaux de perturbation agissant sur la phase des
horloges des transpondeurs.

15 La partie d'émission met en œuvre N transpondeurs
monochromes. Chaque transpondeur délivre un signal optique
coloré, présentant une longueur d'onde spécifique. La
porteuse de chaque transpondeur est modulée par
l'information à transmettre de façon connue. Chaque
20 transpondeur comporte une horloge locale (11). Cette horloge
locale est une horloge esclave pilotée par l'horloge maître
(6) du circuit de synchronisation (2). L'équipement peut
comprendre aussi éventuellement un moyen de génération d'un
flux de données à transmettre. Un tel moyen obtient des
25 données et une fréquence associée fournie par une horloge de
période égale, selon l'application, à celle d'un élément de
données binaire.

30 Éventuellement, une étape de resynchronisation des
trains de données entrants sur un débit synchrone de
l'horloge commune est nécessaire. Ce procédé de
justification est de type connu.

De façon connue, le transpondeur selon l'invention comprend aussi un moyen de modulation d'une source optique par un signal provenant d'un générateur de données. Le signal est aussi amplifié afin d'être adapté électriquement aux composants. Dans le cadre de l'invention, les amplificateurs pourront être de faible coût.

Enfin, la source lumineuse dont on veut moduler l'amplitude peut éventuellement, dans le cas d'un système WDM, nécessiter l'utilisation d'un dispositif de contrôle de la longueur d'onde.

La pré-accentuation du niveau de chacun des affluents optiques de la porte peut être réalisé au moyen d'un dispositif d'amplification optique fixe ou réglable par exemple de technologie SOA (Semi-conducteur Optical Amplifier), EDFA (Erbium Dopped Fiber Amplifier), ou à fibre. L'amplification en sortie de porte optique permettant d'adapter le niveau optique en entrée de ligne peut être réalisée par les mêmes moyens qu'évoqués précédemment.

Le dispositif de modulation électro-optique peut être soit une modulation directe du laser source, ou bien une modulation de la lumière source au moyen d'un modulateur électro-optique du type LiNO₃ ou à électro-absorption. Les deux types de modulateur présente l'avantage d'être de faible coût.

Le bloc de synchronisation (2) peut être soit autonome avec un oscillateur propre, soit relié à une référence externe. L'horloge résultant du choix de l'une de ces deux sources sert de pilote basse fréquence à la PLL haute fréquence qui procure le signal de découpe à la porte

optique (1). La boucle à verrouillage de phase (PLL) du bloc de synchronisation (2) fournit également le signal de synchronisation pour chacun des émetteurs (4). Il réalise également l'ajustement de phase de chacune des voies pour
5 compenser le vieillissement de la fibre optique, du démultiplexeur et de l'émetteur.

Le bloc de traitement du signal (3) a pour fonction de créer des perturbateurs marqués pour chaque canal
10 d'émission. Il permet également une analyse spectrale des marqueurs après transformation au travers de la porte optique (1). Cette analyse se fait par transformée de Fourier rapide (FFT) et par filtrage numérique. Il réalise également l'asservissement des émetteurs par méthode PID
15 (Proportional, Integral, Derivative), qui ajuste les points mesurés à un ensemble de points de consigne.

Les perturbateurs sont appliqués sur les éléments de retard du bloc de synchronisation ($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$). Ces
20 perturbateurs sont des modifications spécifiques de la phase ou de l'amplitude des signaux en fonction du canal d'émission, ces perturbations étant appliqués au niveau des lignes de retard et non pas au niveau des transpondeurs, l'opération se fait à bas débit, réduisant ainsi les coûts
25 de mise en œuvre. Ce sont, selon un mode de réalisation privilégié, des signaux présentant un spectre déterminé, un pour chaque canal à marquer. Ce spectre peut aussi dépendre des caractéristiques des perturbations subies par le signal sur chaque voie. Par ailleurs, après passage par la porte
30 optique, ce marquage par perturbateurs ne doit pas modifier l'information. Ceux-ci sont donc filtrés au niveau de la porte optique.

Les informations transmises du Digital Signal Processor DSP ou unité de traitement du signal (8) vers les lignes de retard ($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$) comprennent le contrôle de phase résultant du PID et les différents perturbateurs issus de n convertisseurs numériques/analogiques distincts (7). Les données sont reçues par le DSP après conversion opto-électronique par un convertisseur (10) et numérisation par un convertisseur analogique/numérique (9).

Le bloc de traitement du signal (3) permet par ailleurs une analyse des signaux marqués afin d'ajuster les phases de chaque voie. Cette analyse est une analyse spectrale des marqueurs spécifiques et une détection de ces marqueurs dans le signal principal.

La porte optique (1) comporte un modulateur électro-optique, par exemple de type Mach-Zehnder. Le flux optique issu du transpondeur modulé par les données à transmettre est du type NRZ (Non Return to Zero). Le codage NRZ est un type de codage binaire où par exemple, le 0 est représenté par une tension de 0 Volts et le 1 par V Volts. Le format NRZ est très sensible aux bruits optiques et aux non linéarités, par opposition au codage symétrique RZ (Return to Zero), où le 0 est codé par 0 V et le 1 par une transition de V volts à 0 Volts. Le codage RZ est particulièrement adapté aux transmissions longue distance. Ce type de codage est aussi moins coûteux en équipement. La porte optique (1) réalise la conversion du codage de NRZ en RZ permettant une transmission robuste. L'utilisation d'un modulateur permettant une inversion de phase du signal optique, comme c'est le cas pour le Mach-Zehnder, autorise également la mise en œuvre du format CS-RZ (Carrier Suppression RZ). Ce format, obtenu par l'application sur la

porte optique d'une fréquence moitié de celle appliquée dans le cas de la modulation RZ ,présente les avantages de largeur spectrale du format NRZ et les avantages de la robustesse au bruit du format RZ.

5

La figure 5 représente les différentes représentations des données pour la transmission. Dans ce cas, le signal RZ est obtenu en coupant la séquence NRZ au moins d'une horloge de période identique à celle de l'élément binaire du flux à moduler, à l'aide du modulateur externe.

10

La porte optique (1) réalise par ailleurs une optimisation des paramètres optiques du signal reçu, en particulier sous forme d'une réduction du chirp du signal.

15

Enfin, La porte optique (1) réalise une opération de stabilisation des paramètres temporels du flux de données, en particulier sous forme d'une réduction de la gigue du signal modulant.

20

Ces deux opérations de stabilisation des paramètres temporels et d'optimisation des paramètres optiques améliorent considérablement la qualité de la transmission après passage par la porte optique.

25

Remarquons que l'invention peut aussi être utilisée à des fins de régénération de signal sur une ligne optique. Ceci se fait en ajoutant les éléments décrits ci-dessous comme sur la figure 4.

30

Le plus haut degré de régénération, appelé régénération 3R, implique une remise en forme des impulsions dans le domaine de l'amplitude (régénération 2R pour Re-

amplification et Re-shaping) et dans le domaine temporel (Re-timing). Au niveau du site de régénération, un dé-multiplexeur permet de séparer les signaux à régénérer (après une perte de niveau ou une dispersion chromatique).

5 Les signaux passent par des convertisseurs opto-électroniques (O/E). Les réalignements des signaux se font alors grâce à l'équipement selon l'invention décrit ci-dessus, l'horloge maître PLL étant alimentée par une nouvelle horloge de référence (13), définie par l'analyse de
10 l'un des signaux.

Selon une variante de réalisation, plusieurs signaux sont analysés et l'horloge sera définie par le meilleur signal obtenu.

15

Les convertisseurs opto-électroniques sont alors reliés aux n transpondeurs et à l'équipement décrit sur la figure 3, comprenant la porte optique (1), le bloc de synchronisation (2) et le bloc de traitement du signal (3).

20

Il convient de noter que les retards introduits par ce mode de régénération sont de type électrique à la suite de la conversion opto-électronique.

25

L'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de l'invention sans pour autant sortir du cadre du brevet.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour la transmission de données sur une fibre optique comportant une étape de multiplexage en longueur d'onde des signaux provenant d'une pluralité d'émetteurs monochromes présentant chacun une longueur d'onde propre et une étape de modulation par l'information à transmettre d'une porteuse réalisée par canal, caractérisé en ce que le cadencement de chacun desdits émetteurs est piloté par une horloge commune.

2 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de mise en forme commune et simultanée à toutes les porteuses.

3 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape de mise en forme consiste à optimiser la forme du signal en fonction des caractéristiques de propagation des moyens de transport associés.

4 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape de mise en forme consiste à optimiser les paramètres optiques du signal en fonction des caractéristiques de propagation des moyens de transport associés.

5 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape de mise en forme comporte une opération de stabilisation des paramètres temporels du flux de données.

6 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de synchronisation des trains émis par lesdits émetteurs monochromes.

5

7 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de mise en forme comporte une opération d'alignement de la phase des signaux générés par lesdits émetteurs.

10

8 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite opération d'alignement est asservie à des paramètres ambiants afin de compenser des variations temporelles de signaux.

15

9 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite opération d'alignement est asservie à des paramètres ambiants afin de compenser les différences et les variations entre les voies optiques.

20

10 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément du multiplex est signé avant l'étape de multiplexage par un marqueur fréquentiel appliqué sur la phase.

25

11 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément du multiplex est signé par un marqueur fréquentiel appliqué sur l'amplitude.

30

12 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit marqueur est constitué par un signal présentant un spectre prédéterminé.

5 13 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit marqueur est constitué par un signal présentant un spectre dont les caractéristiques sont fonctions des perturbations subies par le signal sur la voie correspondante.

10 14 - Procédé pour la transmission de données selon la revendication 11, caractérisé en ce que les caractéristiques du marqueur sont déterminées pour perturber le signal marqué d'une manière telle que le marquage soit évanescent lors du passage dans la porte.

15 15 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique, comportant une pluralité d'émetteurs monochromes présentant chacune une longueur d'onde d'émission propre, et un multiplexeur caractérisé en ce
20 qu'il comporte une horloge maître pilotant les horloges esclaves de chacun desdits émetteurs.

25 16 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une porte optique recevant le multiplex de porteuses optiques, ainsi qu'un signal de découpe produit par ladite horloge maître.

30 17 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte des circuits de marquage fréquentiel de chaque élément du multiplex.

18 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon la revendication 17, caractérisé en ce que chacun desdits circuits de marquage fréquentiel applique le signal de marquage sur l'un des émetteurs.

5 19 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon la revendication 17, caractérisé en ce que chacun desdits circuits de marquage fréquentiel applique le signal de marquage sur les moyens de synchronisation de chaque voie.

10 20 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon l'une au moins des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que la porte optique comporte des moyens de détection de chaque marqueur pour commander les
15 caractéristiques de mise en forme et d'ajustement de la phase de la voie correspondante.

20 21 - Equipement pour la transmission de données sur une fibre optique selon l'une au moins des revendications 16 à 20, caractérisé en ce que la porte optique comporte des moyens d'analyse spectrale du marqueur pour l'ajustement de la phase de chaque voie.

25 22 - Equipement pour la régénération de données sur une fibre optique selon l'une au moins des revendications 15 à 21, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de conversion opto-électronique, un dé-multiplexeur, et une horloge reliée à au moins un desdits convertisseurs.

30 23 - Circuit de contre-réaction pour un équipement de transmission de données sur une fibre optique, caractérisé en ce qu'il génère un marqueur fréquentiel pour injecter un signal spectral perturbateur d'un émetteur, et comporte un

moyen de détection du signal de sortie d'une porte pour agir sur un moyen d'asservissement de la phase de l'émetteur pour obtenir la transformation spectrale désirée de chaque marqueur.

1/5

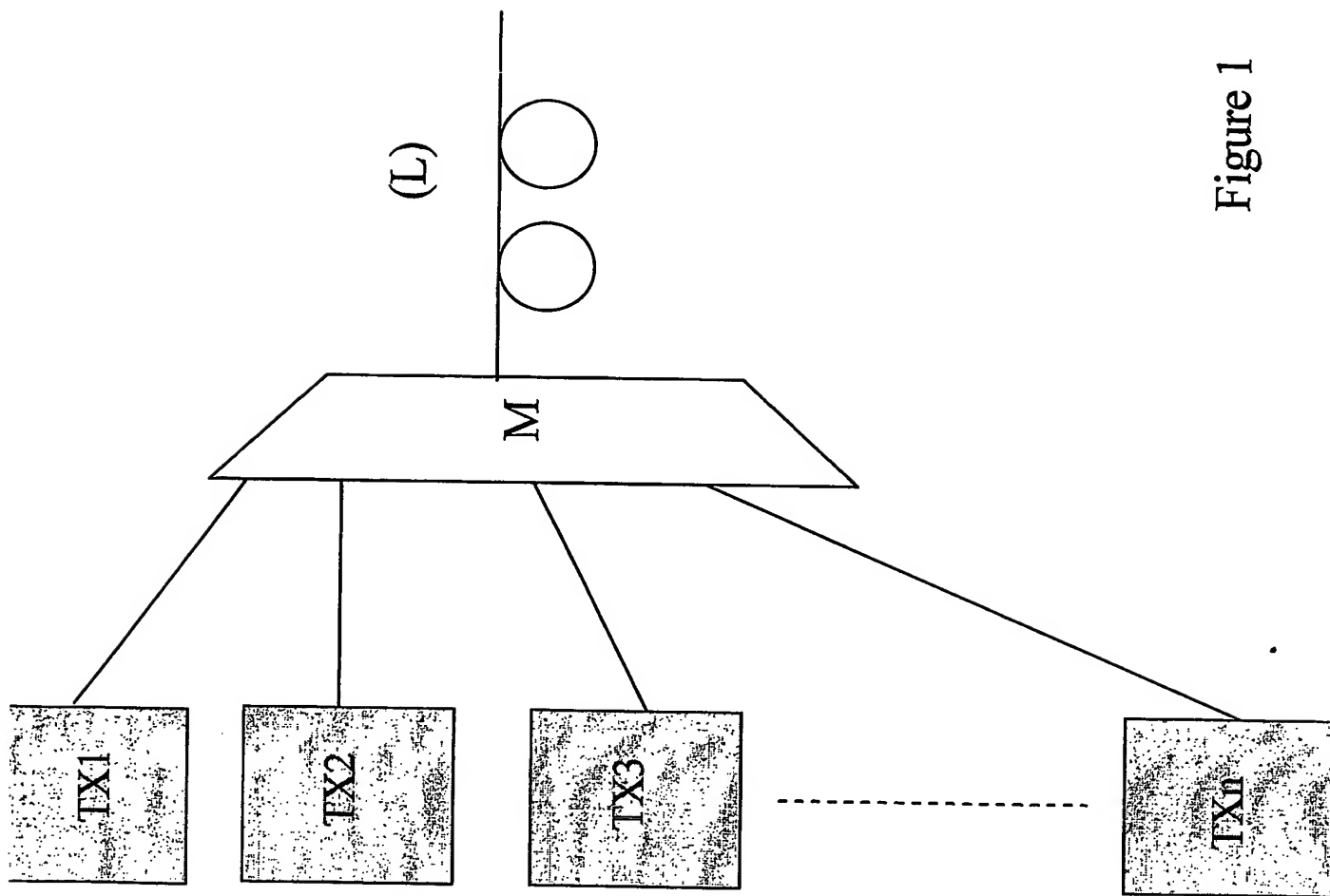


Figure 1

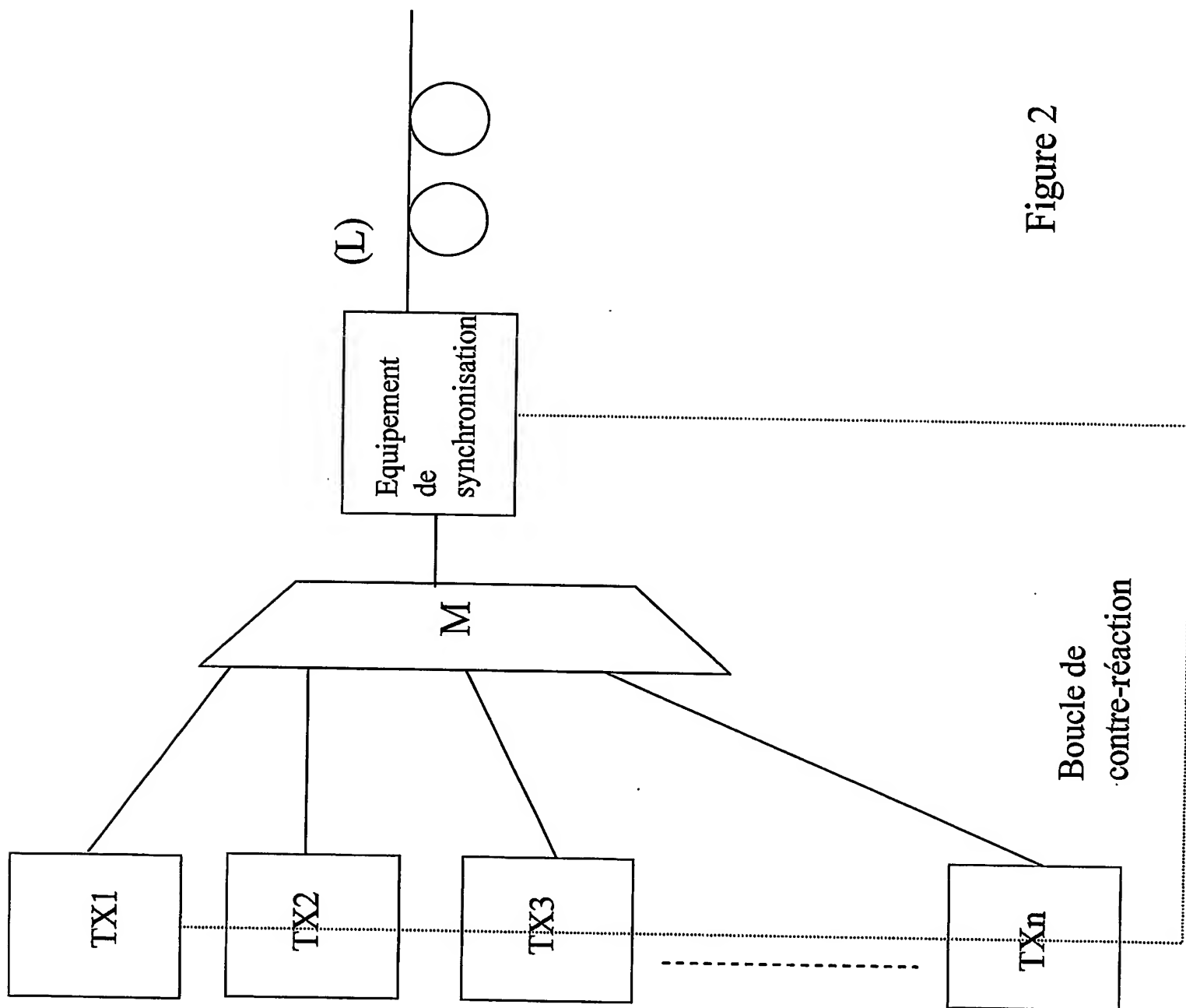


Figure 2

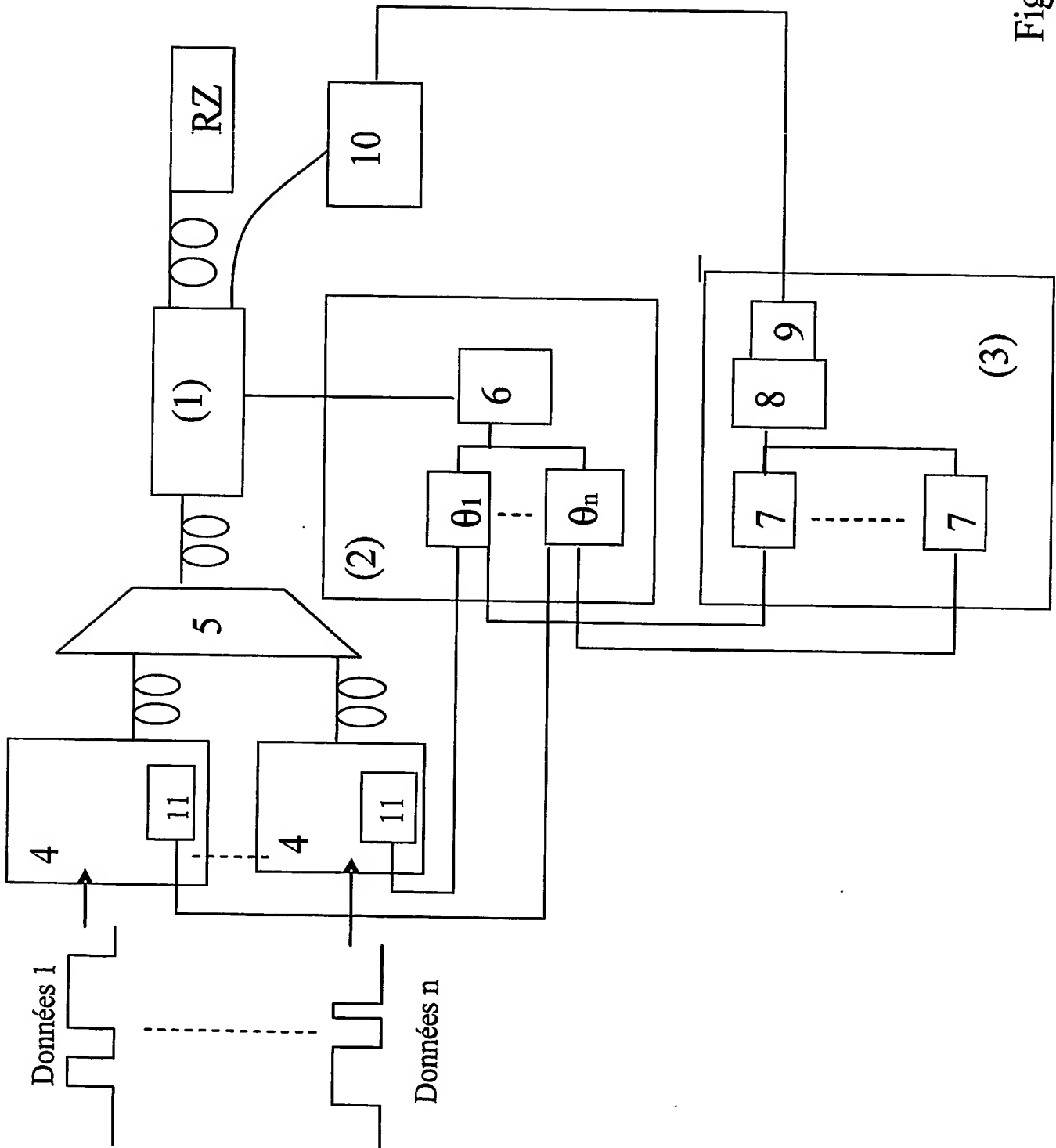


Figure 3

4/5

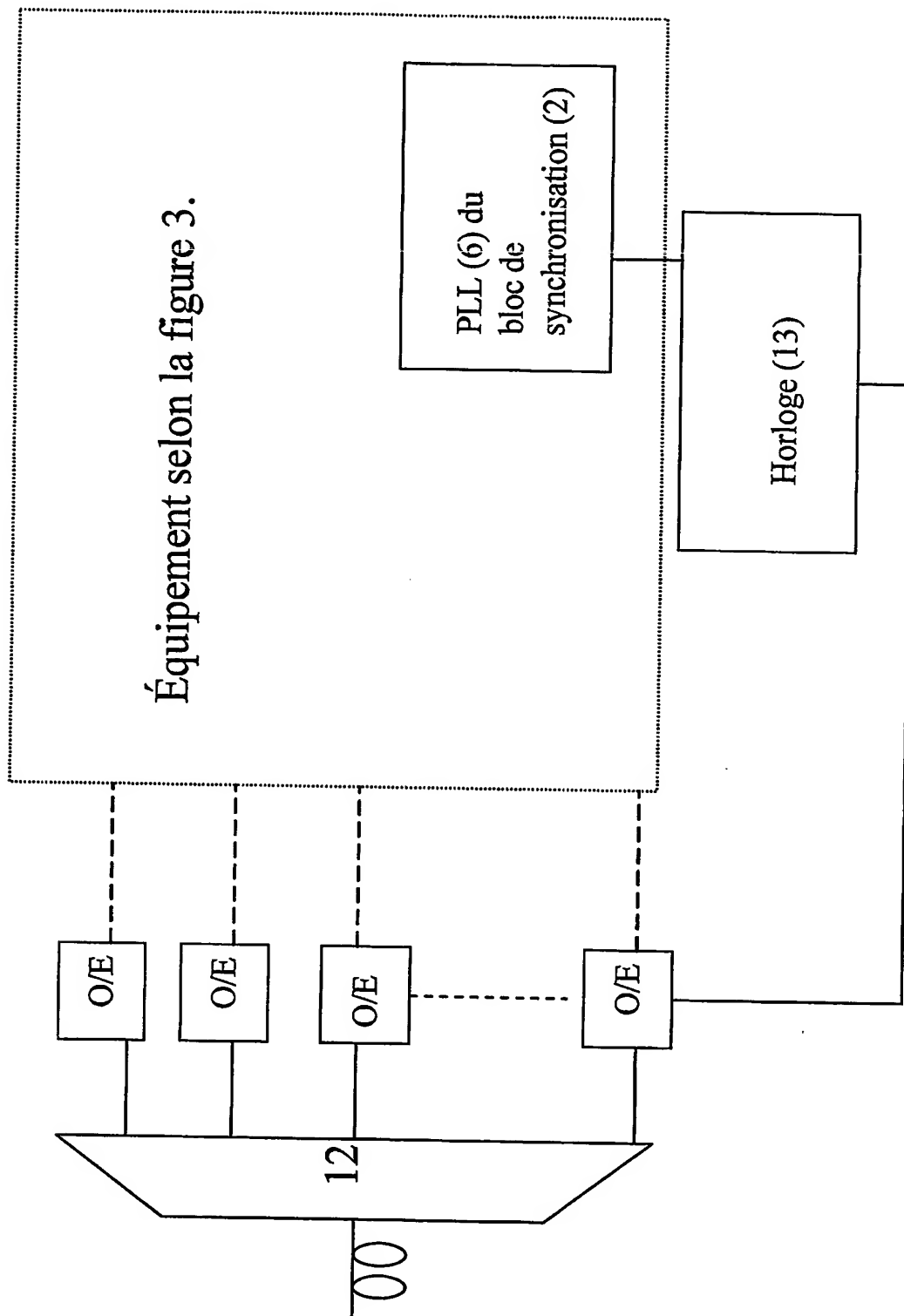
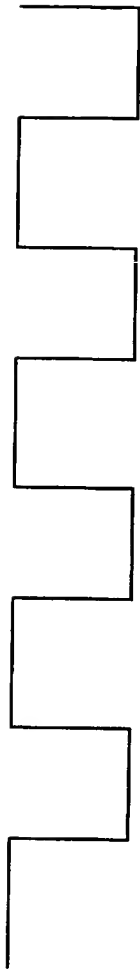
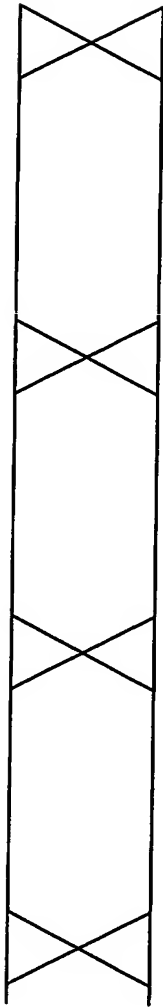


Figure 4

Horloge de mise en forme
Synchrone du flux de données:



Codage NRZ des données



Codage RZ des données

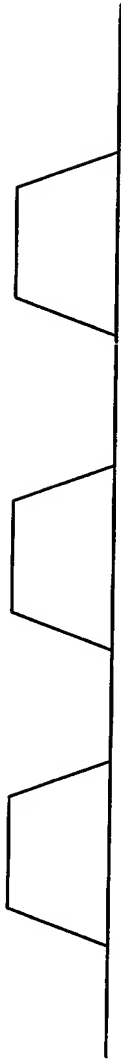


Figure 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04J14/02 H04L7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04J H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 128 582 A (CIT ALCATEL) 29 August 2001 (2001-08-29) column 1, paragraph 1 - paragraph 2 column 2, paragraph 8 - column 4, paragraph 19	1, 15, 22
Y	column 4, paragraph 21 - column 8, paragraph 37; figures 1-3	2-14, 16-21
X	US 4 267 590 A (BOSOTTI LUCIANO) 12 May 1981 (1981-05-12) column 1, line 8 - line 10 column 2, line 3 - line 40 column 3, line 7 - line 30; figure 1 column 3, line 52 - line 63 column 4, line 3 - line 6; figure 3 --- -/--	1, 15, 22

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2004

Date of mailing of the international search report

19/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roldán Andrade, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/50094

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SANGSIRI T ET AL: "BIT SYNCHRONIZATION USING SUBCARRIERS FOR CONTROL SIGNALING" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 11, no. 5, May 1999 (1999-05), pages 602-604, XP000830426 ISSN: 1041-1135	23
Y	page 602, left-hand column, paragraph 1 -page 603, left-hand column, paragraph 1; figures 1,2	10-14, 17-21
Y	--- WO 01/28138 A (CIT ALCATEL ;BRINDEL PATRICK (FR); LECLERC OLIVIER (FR)) 19 April 2001 (2001-04-19) page 1, line 5 - line 23 page 2, line 21 - line 33 page 4, line 7 - line 9 page 4, line 32 -page 6, line 7; figure 1 page 7, line 14 -page 8, line 2; figure 4 page 9, line 9 - line 11	2-9,16
P,X	--- EP 1 315 320 A (CIT ALCATEL) 28 May 2003 (2003-05-28) column 1, paragraph 1 column 3, paragraph 10 - paragraph 11 column 4, paragraph 13 column 5, paragraph 18 - paragraph 21; figures 4A,4B,4C -----	1-9,15, 16,22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

.../FR 03/50094

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1128582	A	29-08-2001	FR 2805417 A1	24-08-2001
			EP 1128582 A1	29-08-2001
			JP 2001268009 A	28-09-2001
			US 2001021048 A1	13-09-2001
US 4267590	A	12-05-1981	IT 1159851 B	04-03-1987
			EP 0009534 A1	16-04-1980
			JP 55003295 A	11-01-1980
WO 0128138	A	19-04-2001	FR 2803399 A1	06-07-2001
			CA 2355355 A1	19-04-2001
			EP 1142168 A1	10-10-2001
			WO 0128138 A1	19-04-2001
			JP 2003511966 T	25-03-2003
EP 1315320 12	A		NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

internationale No
03/50094

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 H04J14/02 H04L7/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H04J H04L H04B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 128 582 A (CIT ALCATEL) 29 août 2001 (2001-08-29) colonne 1, alinéa 1 - alinéa 2 colonne 2, alinéa 8 - colonne 4, alinéa 19	1, 15, 22
Y	colonne 4, alinéa 21 - colonne 8, alinéa 37; figures 1-3 ---	2-14, 16-21
X	US 4 267 590 A (BOSOTTI LUCIANO) 12 mai 1981 (1981-05-12) colonne 1, ligne 8 - ligne 10 colonne 2, ligne 3 - ligne 40 colonne 3, ligne 7 - ligne 30; figure 1 colonne 3, ligne 52 - ligne 63 colonne 4, ligne 3 - ligne 6; figure 3 --- -/--	1, 15, 22
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold;">10 mai 2004</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold;">19/05/2004</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Roldán Andrade, J</div>

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	SANGSIRI T ET AL: "BIT SYNCHRONIZATION USING SUBCARRIERS FOR CONTROL SIGNALING" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 11, no. 5, mai 1999 (1999-05), pages 602-604, XP000830426 ISSN: 1041-1135	23
Y	page 602, colonne de gauche, alinéa 1 -page 603, colonne de gauche, alinéa 1; figures 1,2	10-14, 17-21
Y	WO 01/28138 A (CIT ALCATEL ;BRINDEL PATRICK (FR); LECLERC OLIVIER (FR)) 19 avril 2001 (2001-04-19) page 1, ligne 5 - ligne 23 page 2, ligne 21 - ligne 33 page 4, ligne 7 - ligne 9 page 4, ligne 32 -page 6, ligne 7; figure 1 page 7, ligne 14 -page 8, ligne 2; figure 4 page 9, ligne 9 - ligne 11	2-9,16
P,X	EP 1 315 320 A (CIT ALCATEL) 28 mai 2003 (2003-05-28) colonne 1, alinéa 1 colonne 3, alinéa 10 - alinéa 11 colonne 4, alinéa 13 colonne 5, alinéa 18 - alinéa 21; figures 4A,4B,4C	1-9,15, 16,22

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

no internationale No
PCT/FR 03/50094

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1128582 A	29-08-2001	FR 2805417 A1 EP 1128582 A1 JP 2001268009 A US 2001021048 A1	24-08-2001 29-08-2001 28-09-2001 13-09-2001
US 4267590 A	12-05-1981	IT 1159851 B EP 0009534 A1 JP 55003295 A	04-03-1987 16-04-1980 11-01-1980
WO 0128138 A	19-04-2001	FR 2803399 A1 CA 2355355 A1 EP 1142168 A1 WO 0128138 A1 JP 2003511966 T	06-07-2001 19-04-2001 10-10-2001 19-04-2001 25-03-2003
EP 1315320 12 A		AUCUN	